

UJI LABORATORIUM UNTUK MENINGKATKAN PEROLEHAN MINYAK MENGGUNAKAN INJEKSI SURFAKTAN AOS KONSENTRASI RENDAH

Pauhesti^{1,2}, Sugiarto Kasmungin¹, Kartika F.Hartono¹

¹Universitas Trisakti, Jl. Kyai Tapa No.1 Grogol Jakarta Barat, 021-5693232 ext. 8509,

²pauhesti@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Penelitian di laboratorium ini menggunakan surfaktan AOS konsentrasi rendah sebagai upaya untuk meningkatkan perolehan minyak. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk mengetahui pengaruh surfaktan konsentrasi rendah terhadap perolehan minyak pada suhu tinggi (70 °C). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh injeksi surfaktan *anionic* dengan konsentrasi rendah terhadap perolehan minyak dan menentukan konsentrasi surfaktan optimum untuk mendapatkan perolehan minyak yang tinggi. Penggunaan surfaktan bertujuan untuk menurunkan tegangan antarmuka antara minyak dan air, sehingga mampu membawa minyak keluar dari pori batuan reservoir.

Dari penelitian di laboratorium ini didapat hasil perolehan terbesar pada temperatur 70 °C yaitu pada larutan dengan konsentrasi 0,3 % yaitu sebesar 65 %.

Kata kunci : injeksi surfaktan, EOR, Surfaktan, CMC, AOS, IFT, oil recovery factor

ABSTRACT

Research in a laboratory uses low concentration AOS surfactants is an effort to increase oil recovery. This research is a preliminary study to determine the effect of low concentration surfactant on oil recovery at high temperature (70 °C). The purpose of this study was determine the effect of injections of anionic surfactants with low concentrations on oil recovery and to determine the optimum surfactant concentration to obtain high oil yield. Research in this laboratory uses low concentration AOS surfactants in an effort to increase oil recovery. This research is a preliminary study to determine the effect of low concentration surfactant on oil recovery at high temperature (70 °C). The purpose of this study was to determine the effect of injections of anionic surfactants with low concentrations on oil recovery and to determine the optimum surfactant concentration to obtain high oil yield. The use of surfactants aims to lower the interface tension between oil and water, thereby being able to bring oil out of the reservoir rock pores. The research in this laboratory obtained the greatest yield at temperature 70 °C that is at solution with concentration 0,3% that is equal to 65%.

Keywords : surfactant injection, water injection, Critical Micelle Concentration (CMC), Interfacial tension (IFT), Oil recovery factor.

CATATAN KAKI : Universitas Trisakti, Jl. Kyai Tapa No.1 Grogol Jakarta Barat, 021-5693232 ext. 8509, pauhesti@trisakti.ac.id

I. PENDAHULUAN

Menurunnya produksi suatu lapangan minyak terjadi dikarenakan oleh berkurangnya tenaga dorong alamiah untuk mengeluarkan fluida dari dalam sumur, sementara kebutuhan bahan bakar semakin meningkat, sedangkan cadangan minyak terbatas. Untuk menanggulangi hal tersebut, telah dikembangkan teknologi *Enhanced Oil recovery* (EOR). EOR salah satu teknologi EOR itu adalah injeksi kimia, yang dapat berupa *alkaline*, surfaktan atau *polymer*. Tahap EOR

dilakukan setelah akhir dari proses injeksi air, apabila jumlah minyak yang tersisa dalam reservoir masih cukup besar.

Pada umumnya terdapat 3 tahapan produksi minyak bumi, yaitu *primary recovery*, *secondary recovery* dan tahap *tertiary recovery* atau disebut tahap *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Sebelum implementasi injeksi kimia dilaksanakan di lapangan, perlu dilakukan studi uji laboratorium dikarenakan tingginya biaya bahan kimia yang akan digunakan. Oleh sebab itu perlunya dirancang dan dipertimbangkan secara optimal.

Pemakaian surfaktan dalam teknologi injeksi kimia ini bertujuan untuk menurunkan tegangan antarmuka antara minyak dan air, setelah mencapai konsentrasi tertentu, tegangan antarmuka akan konstan walaupun konsentrasi surfaktan ditingkatkan dan membawa minyak sisa yang masih terdapat di dalam reservoir (S_{or}) tersebut untuk dapat diproduksi. Sehingga apabila surfaktan ditambahkan melebihi konsentrasi ini maka surfaktan akan meregresi membentuk misel.

II. METODOLOGI

Langkah-langkah kerja penelitian yang dilakukan di laboratorium ini meliputi persiapan contoh batuan,, persiapan pembuatan air formasi sintetik, pembuatan larutan surfaktan, injeksi air dan injeksi surfaktan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : larutan surfaktan konsentrasi 0,1%; 0,2%, 0,3%; 0,4%; 0,75% dengan salinitas 10,000 ppm, larutan minyak yang terbuat dari campuran kerosin 50% dan paraffin 50 %, contoh batuan sandstone dan larutan pewarna (red dyed oil soluble).

Rangkaian persiapan dan percobaan yang dilakukan di laboratorium ini diawali dengan pembuatan larutan, yaitu brine dan surfaktan, kemudian dilakukan pengujian sifat fisik larutan (densitas, viskositas dan tegangan antarmuka) pada temperatur 70 °C. Kemudian dilakukan pemilihan larutan yang paling optimum, pengukuran dilakukan pada konsentrasi 0,2%, 0,3%; 0,4%; 0,75%. Langkah selanjutnya dilakukan pengeringan core dan ditimbang berat keringnya, ukur dimensinya (panjang dan diameternya). Lalu core disaturasi dengan brine, dan ditimbang berat basahnya. Kemudian injeksi core dengan minyak, catat air yang terproduksi (V_{oil}), rendam core dengan minyak selama 24 jam, selanjutnya core yang sudah disaturasi, diinjeksi dengan air (waterflooding), catat minyak yang terproduksi ($V_{oilprod}$), catat RF, kemudian injeksi dengan larutan surfaktan, catat RF, terakhir rendam core dengan toluene, catat RF total.

Salinitas air formasi yang digunakan pada penelitian ini sebesar 10.000 ppm, agar tidak mengurangi kemampuan surfaktan dalam meningkatkan perolehan minyak dari model, dibuat dengan cara melarutkan 10 gram NaCl ke dalam 1000 ml aquadest. Kemudian diaduk dengan pengaduk. Minyak yang digunakan sebaiknya memiliki tingkat kegelapan yang pekat, agar mudah dilakukan.

Komposisi contoh larutan minyak dibuat dengan komposisi sebagai berikut :

- Larutan A campuran dari kerosin 30% + paraffin 70%
- Larutan B campuran dari kerosin 40% + paraffin 60%
- Larutan C campuran dari kerosin 50% + paraffin 50%

Pengukuran densitas fluida dan *specific gravity* dilakukan dengan menggunakan alat yang bernama Density meter. Pada penelitian ini, pengukuran viskositas menggunakan alat bernama *Viscometer Ostwald*. Sedangkan pengukuran tegangan antarmuka menggunakan *Tensiometer Du Nuoy*.

Sifat-sifat fisik batuan yang diukur pada penelitian ini adalah pengukuran porositas menggunakan Helium porosimeter dan pengukuran permeabilitas menggunakan alat bernama Permeameter.

Sampel batuan pada penelitian ini diambil dari dua sumur dengan sifat fisik yang hampir sama.

III. HASIL DAN ANALISIS

Data-data yang terdapat pada paper ini bersumber dari hasil penelitian saya yang dilakukan di laboratorium *Enhanced Oil Recovery* Teknik Perminyakan Universitas Trisakti pada saat melakukan penelitian untuk thesis saya yang berjudul “Kajian Laboratorium Untuk Peningkatan Perolehan Minyak Menggunakan Injeksi Surfaktan AOS Konsentrasi Rendah”, 2016.

Hal pertama yang dilakukan adalah pembuatan larutan minyak sinetis, yang dibuat dengan mencampurkan kerosin dan paraffin dengan komposisi tertentu. Larutan A dibuat dengan mencampurkan kerosin 30 % dan paraffin 70%, larutan B dibuat dengan mencampurkan kerosin 40 % dan paraffin 60%, larutan C dibuat dengan mencampurkan kerosin 50 % dan paraffin 50%.

Pengukuran densitas minyak menggunakan alat yang bernama *Density meter*. Sedangkan pengukuran viskositas minyak menggunakan *Viscometer Ostwald*. Hasil pengukuran larutan minyak pada temperatur 70°C dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengukuran sampel minyak pada temperatur 70°C¹¹

Larutan	Densitas (gr/cc)	Viskositas (cp)	Specific gravity
A	0.796	2.42	0.814
B	0.794	1.96	0.812
C	0.792	1.59	0.810

Pada tabel 1, larutan C mempunyai harga densitas dan viskositas terendah. Yaitu densitas sebesar 0,792 gr/cc dan viskositas sebesar 1,59 cp.

Langkah selanjutnya adalah pengukuran densitas, dan viskositas surfaktan dengan menggunakan alat yang sama. Pengukuran dilakukan pada temperatur 70°C. Terlihat pada tabel 3.2, dengan penambahan konsentrasi surfaktan akan menaikkan nilai densitas, viskositas dan *specific gravity* surfaktan tersebut. Kenaikan viskositas dan densitas pada penambahan konsentrasi larutan surfaktan disebabkan adanya peningkatan massa larutan tersebut.

Hasil pengukuran densitas, viskositas dan *specific gravity* larutan surfaktan pada temperatur 70°C dapat terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengukuran Surfaktan pada temperatur 70°C¹¹

Konsentrasi (%)	Densitas (gr/cc)	Viskositas (cp)	Specific gravity
0.1	0.99	0.57	1.08
0.2	0.99	0.60	1.09
0.3	0.99	0.62	1.09
0.4	0.99	0.65	1.09
0.5	0.99	0.65	1.09
0.75	0.99	0.66	1.09

Pengukuran Tegangan Antarmuka menggunakan Tensiometer Du Nuoy. Dilakukan pada masing-masing komposisi minyak pada berbagai konsentrasi surfaktan, dan dilakukan pada temperatur 70°C.

Hasil pengukuran tegangan antarmuka dapat terlihat pada tabel 3.3.

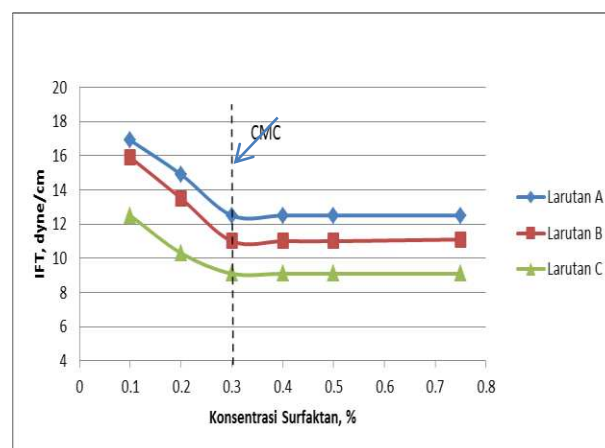
Tabel 3.3 Pengukuran Tegangan Antarmuka pada temperatur 70°C¹¹

Konsentrasi (%)	IFT (dyne/cm)		
	Larutan A	Larutan B	Larutan C
0.1	16.9	15.9	12.5
0.2	14.9	13.5	10.3
0.3	12.5	11	9.1
0.4	12.5	11	9.1
0.5	12.5	11	9.1
0.75	12.5	11.1	9.1

Terlihat pada tabel 3.3, dengan penambahan konsentrasi surfaktan nilai IFT akan terus menurun sampai mencapai konsentrasi tertentu, dan akan konstan sampai mencapai titik CMC. Pada pengukuran tegangan antarmuka pada temperatur 70°C tersebut terdapat pada konsentrasi larutan 0,3 % pada setiap komposisi larutan minyak sintesis tersebut.

Penambahan konsentrasi setelah mencapai titik CMC tidak efektif lagi sehingga dapat diabaikan.

Pada gambar 3.1 terlihat bahwa seiring dengan penambahan konsentrasi surfaktan terjadi penurunan tegangan antarmuka (*Interfacial Tension*)



Gambar 3.1 Grafik Konsentrasi Surfaktan vs Tegangan Antarmuka¹¹

Pengukuran Sifat Fisik Batuan

Pengukuran sifat fisik batuan dalam penelitian ini diperoleh dari analisa batuan inti reservoir di laboratorium dengan menggunakan 3 buah sampel batuan. Pengukuran porositas batuan dengan menggunakan Helium Porosimeter. Sedangkan pengukuran permeabilitas batuan menggunakan alat bernama Permeameter.

Tabel 3.4 Pengukuran Sifat Fisik Batuan¹¹

Core no.	Porositas (%)	Permeabilitas (mD)	Pore Volume (mL)
1	14.2	6.38	2.44
2	14.2	6.81	2.51
3	15.4	5.45	2.64

Injeksi Surfaktan

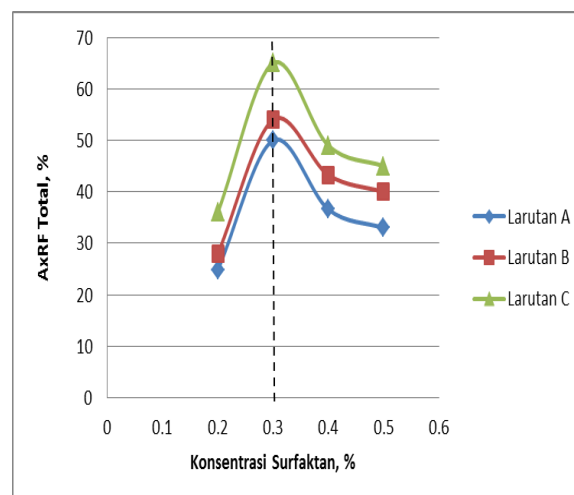
Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap, pertama yaitu batuan yang sudah diukur berat keringnya, disaturasi dengan *brine water* selama minimal 6 jam, lalu dilakukan pengukuran berat basah dari batuan tersebut. Kemudian batuan yang sudah disaturasi oleh *brine* dimasukkan ke dalam alat yang bernama *core holder*, lalu diinjeksikan dengan larutan minyak, kemudian dilakukan pencatatan air yang terproduksi, air yang terproduksi ini memperlihatkan minyak yang tersimpan dalam batuan (V_{oil}). Tahap selanjutnya adalah merendam batuan tersebut dalam minyak selama kurang lebih 24 jam, kemudian batuan yang tersaturasi minyak tersebut diinjeksikan dengan air (*waterflooding*), lakukan pencatatan minyak yang terproduksi sebagai V_{oil} produksi, catat perolehan minyak yang dihasilkan. Setelah proses injeksi selesai dilakukan lalu fluida injeksi diganti dengan surfaktan, dilakukan pencatatan minyak yang terproduksi, catat perolehan minyak yang dihasilkan. Setelah semua proses penginjeksian selesai, dilakukan pencucian sampel batuan dengan cara menginjeksikan atau melakukan perendaman dengan larutan toluene.

Hasil injeksi surfaktan pada temperatur 70°C dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Saturasi Minyak dan Perolehan Minyak Pada Temperatur 70°C ¹¹

Konsentrasi (%)	RF Total (%)		
	Larutan A	Larutan B	Larutan C
0.2	23,7	37,9	36
0.3	50	54,4	64,8
0.4	36,6	43,3	49,1
0.5	33	40	45,4
0.75	30	34,3	41,7

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa perolehan minyak maksimum terdapat pada konsentrasi larutan 0,3 % dan perolehan terbesar pada larutan C, yaitu sebesar 64,8 %.



Gambar 3.2 Perolehan Minyak Total Pada Temperatur 70°C ¹¹

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan konsentrasi surfaktan akan mempengaruhi nilai densitas dan viskositas dari surfaktan. Penambahan konsentrasi surfaktan akan menurunkan tegangan antarmuka hingga mencapai titik CMC. Setelah mencapai titik CMC, tegangan antarmuka akan konstan dan penambahan konsentrasi surfaktan melebihi titik CMC, hanya berpengaruh sangat kecil dan dapat diabaikan.

Perolehan minyak terbesar pada konsentrasi 0,3 % di setiap komposisi larutan minyak, dan larutan surfaktan konsentrasi 0,3% bekerja sangat baik pada komposisi larutan minyak C dengan total perolehan sebesar 64,8 %.

Untuk hasil perolehan minyak yang optimal, setelah dilakukan injeksi surfaktan, dilakukan injeksi polymer, karena densitas dan viskositas polymer yang besar akan menambah daya dorong untuk menyapu minyak yang tersisa dalam reservoir dan akan diikuti oleh *preflush brine*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Jurusan Teknik Perminyakan untuk bantuan pembiayaan selama melakukan penelitian ini pada tahun 2015 – 2016.

Tidak lupa pula saya ucapkan terimakasih pada Kepala Laboratorium Enhanced Oil Recovery untuk dukungan dan segala fasilitas selama melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Attwood, D., and Florence, A.T., "Surfactant Systems: Their Chemistry, Pharmacy and Biology", Chapman and Hall, London, New York, 1983.
2. Cannon, Steve, "Petrophysics : A Practical Guide", John Wiley & Sons, Ltd, United Kingdom, 2016.
3. Chatzis and Morrow, "Relationship Between Capillary Number and Oil Recovery", Society of Petroleum Engineers, Texas, USA, 1984.
4. Crain, Ross, E., "Wettability of Porous Rocks", Crain's Petrophysical Handbook, USA, 2015.
5. Dake, L.P., "Fundamentals of Reservoir Engineering", Elsevier, Oxford, USA, 1983.
6. Fang, Drelich, J., and Whit, C. L., "Measurement of Interfacial Tension in Fluid-fluid System", Encyclopedia of Surface and Colloid Science Michigan Technological University, Michigan, USA, 2002.
7. Green, Don, W., and Willhite, Paul, "Enhanced Oil Recovery", SPE Textbook Series Vol.6, Richardson, Texas, USA, 1998.
8. Johansson, Olof, *et.al.*, "Literature Survey of *Surfactants* in the Nordic Countries", Goodpoint AB, Swedia, November 2012.
9. Johannessen, Annette, M., and Spildo, Kristine, "Enhanced Oil Recovery (EOR) by Combining Surfactant with Low Salinity Injection", Centre for Integrated Petroleum Research (Uni CIPR), University of Bergen, Norway, 2013.
10. Koesoemadinata, R.P., "Prinsip-prinsip Sedimentasi", Jurusan Geologi, ITB, Bandung, 1985
11. Pauhesti, "Kajian Laboratorium Untuk Peningkatan Perolehan Minyak Menggunakan Injeksi Surfaktan AOS Konsentrasi Rendah", Universitas Trisakti, Jakarta, 2016